

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 859 536 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.08.1998 Patentblatt 1998/34

(51) Int. Cl.⁶: H05B 3/26, G01J 3/10,
H05B 3/14

(21) Anmeldenummer: 97102460.9

(22) Anmeldetag: 15.02.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(71) Anmelder: CERBERUS AG
CH-8708 Männedorf (CH)

(72) Erfinder:
• Weber, Michel
2525 Le Landeron (CH)

• Forster, Martin Dr.
8645 Jona (CH)
• Bögli, Urs
8133 Esslingen (CH)
• Philippe, Renaud, Dr.
1028 Preverenges (CH)
• Bachmann, Philipp
8127 Forch (CH)
• Ryser, Peter, Dr.
8712 Stäfa (CH)

(54) Infrarot-Strahler und dessen Verwendung

(57) Ein Infrarot-Strahler (1) weist eine Heizung (4) und ein darauf angeordnetes Metal-Black (5) auf, dessen Metallpartikel mit einer Schutzschicht (6) bedeckt sind. Bei Erwärmung des Metal-Black (5) durch die Heizung (4) bleibt das Metal-Black (5) durch die Schutzschicht (6) thermisch stabil, sodass Infrarot-Strahlung über längere Zeit emittiert wird. Die Schutzschicht gewährt ausserdem je nach Material der Schutzschicht Schutz gegen Oxidation, Wasser und verdünnte Säuren und Basen. In einer ersten Ausführung ist der Infrarot-Strahler monolithisch auf einem Silizium-Wafer aufgebaut, indem die Heizung als dünne Schicht (4) auf einer über einer Öffnung (7) eines unterätzten Silizium-Wafers (2) liegenden Membran (3) angeordnet ist. In einer zweiten Ausführung ist die Heizung (4) mit dem Metal-Black (5) und Schutzschicht (6) auf einem temperaturbeständigen Kunststoff aufgebracht. Der Infrarot-Strahler (1) wird in Gassensoren auf dem Durchlichtprinzip oder in optoakustischen Gassensoren sowie für Glühlampen verwendet.

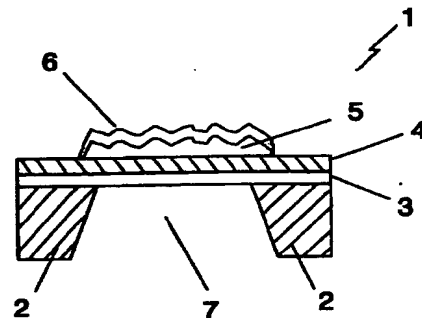


Fig. 1 a)

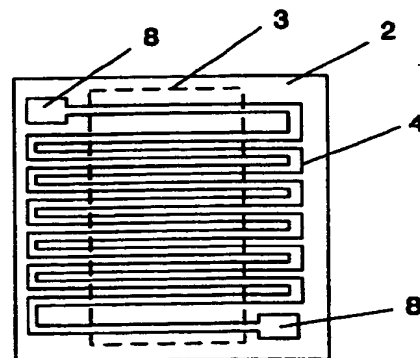


Fig. 1 b)

EP 0 859 536 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Infrarot-Strahler aus einem Metal-Black sowie dessen Verwendung in Gas-sensoren.

Schwarze Strahler oder Plancksche Strahler sind allgemein aus der Physik bekannt. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Absorption gleich ihrer Emissivität ist, falls sie sich in thermischem Gleichgewicht befinden. Ein guter Absorber ist also auch ein guter Emittor und je höher die Absorption eines Strahlermaterials, desto höher ist auch die Emissivität desselben. Gemäss Planck ist das emittierte Spektrum durch die Temperatur des Strahlers bestimmt, und das Maximum des Spektrums verschiebt sich bei Erwärmung oder Erhitzung des Strahlers in Richtung der kürzeren Wellenlängen. Für eine Strahlung im Infrarotbereich von 1-10 Mikrometern beträgt die Schwarzstrahlertemperatur beispielsweise einige hundert Kelvin.

In der Praxis sind uns viele verschiedene Arten von schwarzen Strahlern bekannt. Für den infraroten und sichtbaren Strahlungsbereich reicht die Vielfalt beispielsweise von grossen Geräten für Laborzwecke bis zu Nernst-Strahlern und Glühlampen aller Art. Unter den Glühlampen sind Miniaturlampen bekannt, die insbesondere in kleinen Geräten und Sensoren Anwendung finden. Hier werden vielfach Lampen mit Wolframdrähten eingesetzt. Sie funktionieren über längere Zeit nur im Vakuum, benötigen also eine Glasbirne, welche bei Wellenlängen grösser als 5 Mikrometer nicht mehr transparent ist. Solche Lampen sind als Infrarotquellen grösstenteils ungeeignet. Für Miniaturstrahler werden zum Beispiel auch Widerstände verwendet; diese besitzen aber für viele Zwecke eine zu hohe Wärmekapazität, sodass sie für einen modulierten Betrieb zu träge sind.

Metal-Black, Wie zum Beispiel Platinschwarz, Goldschwarz, Nickelschwarz oder Chromschwarz, ist als guter Absorber bekannt. Dieses Material besteht aus einer Vielzahl von Metallpartikeln, die gleich einem Schwamm lose zusammenhängen oder sogenannt kolloidal verteilt sind. Die einzelnen Partikel sind von submikroskopischer Grösse und besitzen typischerweise einen Durchmesser von 2 bis 20 Nanometern. Die lose Verteilung der Metallpartikel ergibt, dass die totale Oberfläche pro Volumeneinheit oder die spezifische Oberfläche, des Metal-Black sehr gross ist. Auf das Metal-Black einfallende optische Strahlung wird vielfach an den Oberflächen der einzelnen Partikel reflektiert und absorbiert, bevor sie wieder aus dem Material in den freien Raum austritt. Durch die mehrfache Absorption besitzt sie dann nur einen sehr kleinen Anteil ihrer ursprünglichen Energie. Die Strahlung "verliert sich" also in dem Schwamm-gleichen Metall. Je mehr absorbierende Oberflächen das Material besitzt, desto höher ist sein Absorptionsvermögen. Die spezifische Oberfläche gilt also als Mass für die Absorption des Materials. Die spezifische Oberfläche eines Platin-

schwarz beträgt beispielsweise 30 Quadratmeter pro Gramm, wobei es 90 bis 95% der einfallenden Strahlung absorbiert.

Platinschwarz lässt sich in Form einer dünnen Schicht durch elektrochemisches Abscheiden auf eine elektrisch leitende Fläche, zum Beispiel aus Platin oder einer Platinlegierung, aufbringen. Eine solche Platinschwarzschrift wirkt als guter Infrarot-Absorber und -emittor mit einer Absorption bei Raumtemperatur von mehr als 90 % im Wellenlängenbereich von 2 bis 20 Mikrometern. Bei der Erwärmung der Platinfläche, um Strahlung aus dem Platinschwarz im Bereich von 2 bis 20 Mikrometern zu erzielen, wird dieses thermodynamisch instabil. Die Erwärmung bewirkt ein Wandern und Zusammensintern der einzelnen Platinpartikel und somit eine Verkleinerung der spezifischen Oberfläche des Platinschwarz. Zum Beispiel hat eine Erwärmung auf 260°C während 40 Minuten eine Reduzierung der spezifischen Oberfläche auf die Hälfte zur Folge (Khasan et al., Russian Journal of Physical Chemistry 42 (10), 1968, p. 1324). Ähnliche Reduktionen der spezifischen Oberfläche sind auch bei Nickelschwarz und Chromschwarz festgestellt worden (Fan et al., Applied Physics Letters 29 (8), 1976, p. 478). Eine Erwärmung eines Metal-Black bewirkt also ein rasches Absinken seines Absorptions- sowie des Emissionsvermögens, sodass sich Metal-Black in dieser Form als Infrarotstrahler über längere Zeit nicht eignet.

Aus den, Stand der Technik sind Infrarot-Strahler auf Basis von Metal-Black nicht bekannt. Hingegen sind gute Absorber im Wellenlängenbereich unter 1 Mikrometer unter der Bezeichnung Cermet bekannt. Diese bestehen aus einer Matrix von Metalloxiden und sind im Vergleich zu Metal-Black in ihrer Struktur relativ dicht. Sie werden als Absorber insbesondere in Sonnenenergieanlagen eingesetzt, da sie in, Sichtbaren gut absorbieren, aber keine Wärme, also Infrarotstrahlung abgeben.

Hieraus stellt sich die Aufgabe dieser Erfindung, einen Infrarot-Strahler auf Basis eines Metal-Black zu realisieren, der bei Erwärmung über längere Zeit sein Absorptions- und Emissionsvermögen beibehält. Der Infrarot-Strahler soll hierfür thermodynamisch und chemisch stabil sein, also gegen Hitze und Oxidation beständig sein. Der Infrarot-Strahler soll ausserdem in Form von einer oder mehreren dünnen Schichten auf der gesamten Fläche eines Wafers herstellbar sein, der durch Sägen in eine Vielzahl einzelner Infrarot-Strahler kleinerer Fläche zerlegbar ist.

Die Aufgabe wird gemäss der vorliegenden Erfindung durch einen Infrarot-Strahler gelöst, der eine Heizung und eine darauf angeordnete Schicht eines Metal-Black aufweist, das mit einer Schutzschicht versehen ist, die jeweils die Metallpartikel des Metal-Black bedeckt. Die Schutzschicht bewirkt, dass auch bei Erwärmung des Infrarot-Strahlers die Absorption und Emission des Strahlers über längere Zeit aufrecht erhalten bleibt. Die Schutzschicht ist insbesondere hitzebe-

ständig und in Wasser sowie in verdünnten Säuren und Basen unlöslich. Sie ist für die emittierte Strahlung grösstenteils transparent, schützt die Metallpartikel vor Oxidation und vermindert bei Erhitzung ein Zusammensintern der Metallpartikel. Ein Metal-Black ohne Schutzschicht besitzt eine sehr hohe Oberflächenenergie, die beim erwärmten Metal-Black zum Zusammensintern der Metallpartikel massgebend beiträgt. Eine Reduktion dieser Oberflächenenergie vermindert das Zusammensintern der Partikel, womit die Grösse der gesamten absorbierenden Oberfläche des Strahlers und seine Emissionsfähigkeit aufrechterhalten bleibt.

Als Schutzschichten eignen sich alle Oxide, Nitride, Silizide, Carbide und Boride, die hitzebeständig und, für die Verwendung in normaler Umgebungsluft, in Wasser sowie verdünnten Säuren und Basen unlöslich sind. Zu diesen Materialien zählen zum Beispiel Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 , PtSi , SiC , TiC , TiB_2 , Si_3N_4 , W_2C , MgO , HfO_2 , und TiN sowie Kombinationen dieser Materialien. Die meisten dieser Materialien lassen sich durch chemical vapor deposition (CVD) oder durch thermisches Aufdampfen unter Vakuum auf das Metal-Black aufbringen. Ihre Schmelzpunkte liegen mit Ausnahme von SiO_2 über 2000°C , wobei der Schmelzpunkt von TiC über 3000°C liegt. Weitere Methoden zum Aufbringen der Schutzschicht sind Sputtern oder das Abscheiden aus einer Lösung. Die Schichtdicke wird in Abhängigkeit des Materials und der gewünschten emittierten Wellenlänge so gewählt, dass die Schicht eine vertretbare Transparenz besitzt.

Ein bevorzugter Infrarot-Strahler besteht aus einer Heizung, auf der eine Schicht aus Platinschwarz angeordnet ist, dessen Metallpartikel von einer Schicht aus Al_2O_3 bedeckt sind. Aufnahmen des beschichteten Metal-Black mit dem Elektronenmikroskop zeigen, dass die schwammartige Struktur des Materials bei der Herstellung der Schutzschicht erhalten bleibt. Die Dicke der Schutzschicht beträgt mindestens 10 nm, maximal 10 Mikrometer, wobei eine Schichtdicke von 200 nm mit den oben erwähnten Methoden leicht realisierbar ist. Eine Schutzschicht von der minimalen Dicke von 10 nm gewährt für die einen Materialien den notwendigen Schutz vor Hitze, Zusammensintern und Oxidation bei einer Erwärmung auf 800°C über mehrere Tage. Bei der Verwendung des Infrarot-Strahlers als modulierte Lichtquelle wird bei der Wahl der Dicke der Schutzschicht auch ihre thermische Masse in Betracht gezogen. Sie wird insbesondere so gewählt, dass der Strahler auf die Modulation nicht träge reagiert und ein genügend gutes Modulationssignal erzielt wird. Ein Infrarot-Strahler mit einer Schutzschicht von 0.2 Mikrometer erlaubt beispielsweise eine Modulation der Heizung bis zu 30 Hz mit einer resultierenden Modulationstiefe von 90 %. Die Dicke der Schutzschicht wird ferner in Abstimmung mit der gewünschten Transparenz der Schutzschicht im Spektralbereich der emittierten Strahlung gewählt; je dünner die Schutzschicht je höher die Transparenz.

Anstelle von Platinschwarz eignen sich auch

andere Metal-Black für einen Infrarot-Strahler wie zum Beispiel Metal-Black basierend auf Silber, Gold, Palladium, Rhodium, Iridium, Ruthenium, Osmium, Nickel, Kupfer sowie Mischungen der hier aufgeführten Metalle.

Drei verschiedene Ausführungen des Infrarot-Strahlers und eine Verwendung davon sind anhand der folgenden Figuren erläutert

Figur 1 a) zeigt stark vergrössert einen Querschnitt durch eine erste Ausführung des erfindungsgemässen Infrarot-Strahlers realisiert auf einem Silizium-Wafer.

Figur 1 b) zeigt in einer Draufsicht die Heizung für den Infrarot-Strahler.

Figuren 2 a) und b) zeigen die erste Ausführung des erfindungsgemässen Infrarot-Strahlers realisiert auf einem Standard-Header.

Figuren 3 a) und b) zeigen vergrössert eine zweite Ausführung des Infrarot-Strahlers realisiert auf einer Kunststoffolie.

Figur 4 zeigt den erfindungsgemässen Infrarot-Strahler in Verwendung in einem optoakustischen Gas-sensor.

Der Infrarot-Strahler 1 in Figur 1 a) ist monolithisch aufgebaut und weist ein Stück eines Silizium-Wafers 2, eine Membran 3, eine Heizung 4 und eine Schicht aus Metal-Black 5 mit einer Schutzschicht 6 auf. Auf der oberen Oberfläche des Silizium-Wafers 2 ist eine dünne Schicht 3 aus beispielsweise Si_3N_4 oder SiO_xN_y angeordnet. Der Silizium-Wafer 2 ist von seiner unteren Seite her bis zur dünnen Schicht 3 selektiv unterätzt. Das Silizium-Wafer besitzt also eine Öffnung 7, über der die dünne Schicht 3 gleich einer Membran 3 liegt. Auf der Membran 3 ist eine Heizung 4 angeordnet. Die Heizung 4 in Figur 1 b) besteht beispielsweise aus einem dünn-schichtigen Mäander aus Platin, das mittels Aufdampfen und einer Maske auf die dünne Schicht 3 aufgebracht worden ist. Die Membran 3 ist mit gestrichelter Linie angedeutet. An beiden Enden des Mäanders befinden sich Kontaktelektroden 8 zum Anlegen einer Heizspannung. Die Breite der einzelnen Bahnen des Mäanders sind jeweils so gewählt, dass beim Anlegen der Heizspannung eine gewünschte Temperatur des Platins erzielt wird. Hierzu sind sie möglichst schmal und möglichst dicht beieinander angeordnet, um eine regelmässige Erwärmung der ganzen Fläche des Strahlers zu erzielen. Das Mäander der Heizung 4 ragt jeweils über die Fläche der mit gestrichelter Linie angedeuteten Membran 3 hinaus, sodass ein Teil des Mäanders über dem Silizium-Wafer 2 liegt. Im Fall eines modulierten Heizbetriebs bezweckt diese Anordnung eine rasche Abkühlung zwischen den Spannungspulsen und eine gute Modulationstiefe der emittierten Strahlung. Auf der Heizschicht 4 liegt eine Schicht 5 aus Metal-Black mit einer Schutzschicht 6, die erhitzt auf eine Temperatur auf 300°C Strahlung emittiert, deren Maximum bei 4.3 Mikrometern Wellenlänge liegt. Wird die Heizschicht 4 auf 800°C erwärmt, so liegt das Maximum der emittierten Strahlung bei 2.7 Mikrometern Wellenlänge.

Diese Ausführung des Infrarot-Strahlers eignet sich insbesondere für Verwendungen in kleinen Systemen. Die Dimensionen des Strahlers sind beispielsweise $6 \times 6 \text{ mm}^2$, wobei sie aber auch nur bis zu $0.5 \times 0.5 \text{ mm}^2$ sein können. Der monolithische Aufbau des Strahlers erlaubt eine Integration in Systemen mit ähnlichem monolithischem Aufbau wie zum Beispiel optische Sensoren für Medizin, Chemie usw. Der Infrarot-Strahler ist in dieser Ausführung in einer Batch-Herstellung mittels Masken in einer Vielzahl auf einem Wafer herstellbar, der nach Fertigstellung in einzelne Strahler zersägt wird.

Die Schutzschicht 6 wird durch verschiedene Methoden der Dünnschichttechnik auf das Metal-Black aufgebracht. Für das Aufbringen von Al_2O_3 und SiO_2 eignen sich das thermische Aufdampfen und chemical vapor deposition am besten, wobei für andere Materialien Sputtern unter Vakuum sowie das Abscheiden aus einer Lösung auch in Frage kommen.

In Figur 2 a) ist ein einziger Infrarot-Strahler 1 der ersten Ausführung in Figur 1 auf einem Standard-Header 9 mit Elektroden 10 zum Anlegen der Heizspannung montiert. Neben dem Strahler 1 sind ein Pyrosensor 11 und eine Verstärkerschaltung 12 mit einem JFET und einem Hoch-Ohm-Widerstand angeordnet. Der Pyrosensor 11 dient der Kontrollmessung der abgegebenen Infrarot-Strahlung. Ein Teil der abgegebenen Strahlung wird an den Innenwänden und dem Fenster 13 des Headergehäuses diffus gestreut, wovon wiederum ein Teil auf den Pyrosensor 11 fällt. Das vom Pyrosensor erzeugte und verstärkte Signal gibt sodann einen Relativwert der gesamten Strahlung an. Das Fenster 13 besteht aus einem breitbandig infrarottransparenten Material, wie Glas oder Silizium, oder aus einem schmalbandigen Infrarot-Filter, wie zum Beispiel einem bei einer vorgegebenen Wellenlänge transparenten Bandpassfilter oder einem elektrisch gesteuerten variablen Bandpassfilter.

In Figur 2 b) sind vier dieser Infrarot-Strahler 1 auf dem gleichen Header 9 montiert. Diese Ausführung ermöglicht einerseits eine stärkere Strahlung, andererseits Strahlung bei mehreren verschiedenen Modulationsfrequenzen, sodass in der Anwendung in einem Messgerät mehrere voneinander unabhängige Messungen gleichzeitig durchgeführt werden können.

In einer alternativen Ausführung wird der Infrarot-Strahler 1 auf einem Dickfilmsubstrat aus Aluminiumoxid oder sonstiger Keramik montiert und mittels externen Anschlussbeinchen mit der Heizspannung kontaktiert.

Figur 3 a) zeigt eine zweite Ausführung des Infrarot-Strahlers 1 in Draufsicht. Sie ist der in Figur 1 ähnlich, weist aber anstelle eines Silizium-Wafers eine Folie 14 auf bestehend aus Kapton, einem Polymid, oder einem anderen temperaturbeständigen Kunststoff. Auf der Folie 14 liegt eine Heizschicht 4, die mittels Siebdruck und einer elektrisch leitenden Paste auf die Folie 14 aufgetragen worden ist. Die Heizschicht ist in diesem Fall

eine zusammenhängende Fläche. Auf der Heizung 4 ist eine durch elektrochemisches Abscheiden aufgetragene Schicht Metal-Black 5 mit der Schutzschicht 6 angeordnet.

Figur 3 b) zeigt den Strahler im Querschnitt mit Kontaktelektroden 15 zum Anlegen einer Spannung an der Heizung 4. Am Rand der Folie 14 ist ein Rahmen 16 angeordnet, durch den die Kontaktelektroden 15 an der Folie 14 befestigt sind. Diese Ausführung des Strahlers eignet sich besonders für Strahler grösserer Fläche. Seine Dimensionen betragen beispielsweise $10 \times 10 \text{ mm}^2$, können aber bis zu einem Mehrfachen dieser Grösse sein.

Infrarot-Strahler dieser Art können als optische Quellen allein oder in optischen Geräten wie Sensoren, Analysegeräten und in der Spektroskopie verwendet werden. Eine spezielle Verwendung des Strahlers liegt auf dem Gebiet der optoakustischen Gassensoren. Diese bestehen im wesentlichen aus einer Gasmesszelle, einem Mikrofon und einer optischen Quelle. Diese sendet pulsweise Licht von der Wellenlänge in die Messzelle, die von dem zu detektierenden Gas absorbiert wird. Befindet sich Gas in der Messzelle, absorbiert es die einfallende Strahlung, erwärmt sich und dehnt sich infolgedessen aus. Die durch diese Ausdehnung bewirkte Druckschwankung in der Messzelle wird durch das Mikrofon empfangen und von einer Auswerterschaltung ausgewertet. In bekannten optoakustischen Gassensoren besteht die optische Lichtquelle aus einer Glühbirne und einem optischen Bandpassfilter. In vielen Fällen wird angestrebt, den Gassensor so klein wie möglich zu realisieren. Es ist beispielsweise ein Gassensor von der WO 96/24831 bekannt, der aus Silizium-Wafern aufgebaut ist. Bei diesem Sensor würde eine Glühbirne als Lichtquelle wesentlich grösser sein als der Sensor selbst. Gemäss dieser Erfindung wird der Infrarot-Strahler in einem optoakustischen Gassensor auf Waferbasis verwendet.

Die Figur 4 zeigt einen monolithischen Aufbau eines optoakustischen Gassensors (41) mit integriertem erfindungsgemässen Infrarot-Strahler. Er weist einen Infrarot-Strahler 1 gleich dem in Figur 1 auf mit einem Stück eines Silizium-Wafers 2 und einer Membran 3, auf der die Heizung 4 und das Metal-Black 5 mit Schutzschicht 6 angeordnet sind. Auf dem Infrarot-Strahler 1 ist ein Silizium-Wafer 20 als Abstandhalter angeordnet, der in seiner Mitte eine Öffnung 71, ein freies Volumen 71 besitzt, die mittels Durchätzen herbeigeführt worden ist. Das strahlende Metal-Black 5 mit Schutzschicht 6 liegt in dieser Öffnung umschlossen vom Silizium-Wafer 20. Auf der einen Seite des Silizium-Wafers 20 ist eine dünne Schicht Silizium weggeätzt, wodurch beim weiteren Aufbau des Sensors eine Öffnung 21 gebildet wird. Auf dem Silizium-Wafer 20 ist ein optisches Bandpassfilter angeordnet, das aus einem ersten Filter 22, einem Filtersubstrat 23 und einem zweiten Filter 24 besteht, wobei die Filter 22 und 24 mehrere Dünnschichten enthalten. Die Öffnung 21

zu dem freien Volumen 71 über dem Infrarotstrahler 1 dient zum Druckausgleich, da sonst ein Druckaufbau in dem Volumen 71 die Verbindungen zwischen dem optischen Bandpassfilter und dem Silizium-Wafer 20 belasten würde. Auf dem zweiten Filter 24 des optischen Bandpassfilters sind die Messzelle und das Mikrofon des optoakustischen Gassensors angeordnet. Die Messzelle besteht aus einem Silizium-Wafer 25 ähnlich den Wafern 2 und 20. Der Wafer 25 ist teilweise unterätzt, sodass er ein freies Volumen, die Gasmesszelle 26, bildet, das von dem Filter 24 und einer dünnen, bei der Unterätzung übrig gebliebenen Siliziumschicht 29 begrenzt ist. Der Silizium-Wafer 25 weist zwei Öffnungen 27 und 28 auf. Die erste Öffnung 27 dient dem Einlass von Gasen in die Gasmesszelle 26. Die zweite Öffnung 28 führt zum Mikrofon 40 bestehend aus einer stationären und einer beweglichen Elektrode, die auf einem weiteren Silizium-Wafer angeordnet sind. Das Mikrofon 40 ist aus dem Silizium-Wafer 30 aufgebaut, der gleich dem Wafer 2 eine dünne Schicht 31, beispielsweise aus Siliziumnitrid, aufweist. Durch Unterätzung des Siliziums bis zur Schicht 31 wurde ein freies Volumen 32 gebildet, das durch die dünne, Membrangleiche Schicht 31 begrenzt ist. Auf der Schicht 31 ist die bewegliche Elektrode 33 des Mikrofons angeordnet. Von der beweglichen Elektrode 33 durch einen schmalen Spalt beabstandet liegt schliesslich die stationäre Elektrode 34 des Mikrofons 40. Durch diesen monolithischen Aufbau lässt sich in jedem Herstellungsdurchgang in einer Batch-Fabrikation eine grosse Anzahl optoakustischer Gassensoren dieser Art herstellen. Hierzu werden die Bestandteile Infrarot-Strahler 1, Abstandhalter 20, optisches Bandpassfilter 22-24, Messzelle 26 und das Mikrofon 40 zuerst in einer Vielzahl auf einem Wafer hergestellt, zusammengeklebt und schliesslich in einzelne Gassensoren zersägt.

Eine zweite Verwendung des Infrarot-Strahlers ist im Gebiet der Gassensoren nach dem Durchlichtprinzip. Diese weisen eine Infrarotquelle, ein Infrarot-Filter, eine Gasmesszelle und einen Detektor auf, der die Intensitätsveränderungen aufgrund von Absorptionen durch das Gas in der Messzelle misst. Der erfindungsgemässe Infrarot-Strahler ist durch seine kleine Grösse insbesondere geeignet.

Eine weitere Verwendung des Infrarot-Strahlers liegt auf dem Gebiet der sichtbaren Glühlampen im Vakuum. Um eine Strahlung im sichtbaren Bereich zu erreichen wird das Strahlermaterial auf eine höhere Temperatur erhitzt und als Schutzschicht auf dem Metal-Black ein Material mit höherem Schmelzpunkt verwendet. Hierzu eignet sich beispielsweise TiC mit einem Schmelzpunkt von 3067°C. Für das Metal-Black in dieser Anwendung sind Materialien wie beispielsweise Titan, Zirkon, Hafnium, Vanadium, Tantal, Niob, Chrom, Nickel, Molybdän, Wolfram, Rhenium oder Mischungen dieser Materialien geeignet. Mit diesen Materialien werden Emissionen im Wellenlängenbereich von 0.3 bis 5 Mikrometern erreicht.

Patentansprüche

1. Infrarot-Strahler (1) mit einer Heizung (4) und einer Schicht aus einem Metal-Black (5) bestehend aus kolloidal verteilten Metallpartikeln, dadurch gekennzeichnet dass das Metal-Black (5) eine thermisch stabile Schutzschicht (6) aufweist, welche die Metallpartikel des Metal-Black (5) bedeckt.
2. Infrarot-Strahler (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (6) eines oder mehrere der Materialien Oxid, Nitrid, Borid, Silizid oder Carbid enthält.
3. Infrarot-Strahler (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Metal-Black (5) eines oder mehrere der Metalle Platin, Silber, Gold, Palladium, Rhodium, Iridium, Ruthenium, Osmium, Titan, Zirkon, Hafnium, Vanadium, Tantal, Niob, Chrom, Nickel, Kupfer, Molybdän, Wolfram oder Rhenium enthält.
4. Infrarot-Strahler (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (6) eine Dicke zwischen 10 Nanometern und 10 Mikrometern aufweist.
5. Infrarot-Strahler (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Infrarot-Strahler (1) monolithisch aufgebaut ist, indem die Heizung (4) des Infrarot-Strahlers (1) als dünne Schicht (4) auf einer über einer Öffnung (7) eines unterätzten Silizium-Wafers (2) liegenden Membran (3) angeordnet ist und das Metal-Black (5) mit der Schutzschicht (6) auf der Heizung (4) liegt.
6. Infrarot-Strahler (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Infrarot-Strahler (1) auf einem Standard-Header (9) oder auf einem Dickfilmssubstrat montiert ist.
7. Infrarot-Strahler (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass neben dem Infrarot-Strahler (1) ein Pyrosensor (11) mit einer Verstärkerschaltung (12) zur Messung eines Teils der emittierten Strahlung angeordnet ist.
8. Infrarot-Strahler (1) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass über dem Standard-Header (9) oder dem Dickfilmssubstrat ein Fenster (13) angeordnet ist, das aus einem Bandpassfilter oder einem variablen Bandpassfilter besteht.
9. Infrarot-Strahler (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Infrarot-Strahler (1) auf einer Folie (14) aus einem temperaturbeständigen Kunststoff angeordnet ist.

10. Infrarot-Strahler (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass neben dem Infrarot-Strahler (1) ein Pyrosensor (11) mit einer Verstärkerschaltung (12) zur Messung eines Teils der emittierten Strahlung angeordnet ist. 5
11. Infrarot-Strahler (1) nach einem der Ansprüche 5-10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (6) beständig gegen Oxidation, Wasser und verdünnte Säuren und Basen ist. 10
12. Infrarot-Strahler (1) nach einem der Ansprüche 4-11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (6) eines der Materialien Al_2O_3 , SiO_2 oder TiC enthält. 15
13. Infrarot-Strahler (1) nach einem der Ansprüche 4-12, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizung (4) aus einer Platinlegierung besteht. 20
14. Infrarot-Strahler (1) nach einem der Ansprüche 4-13, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizung (4) in der Form eines Mäanders ausgelegt ist, das Mäander über die Breite der Öffnung (7) hinausreicht und dessen Bögen über dem Silizium-Wafer (2) liegen. 25
15. Verfahren zur Herstellung eines Infrarot-Strahlers (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (6) durch thermisches Aufdampfen, Sputtern, chemical vapor deposition oder chemisches Abscheiden aus einer Lösung auf das Metal-Black (5) aufgebracht wird. 30
16. Verwendung eines Infrarot-Strahlers (1) nach einem der Ansprüche 4-14 in einem Gassensor nach dem Durchlichtprinzip. 35
17. Verwendung eines Infrarot-Strahlers (1) nach einem der Ansprüche 4-14 in einem optoakustischen Gassensor. 40
18. Verwendung eines Infrarot-Strahlers (1) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der optoakustische Gassensor monolithisch aus Silizium-Wafern aufgebaut ist. 45
19. Verwendung eines Infrarot-Strahlers (1) nach einem der Ansprüche 4-14 als Glühlampe im Wellenlängenbereich von 0.3 bis 5 Mikrometern. 50
20. Optoakustischer Gassensor (41) mit einer infraroten Lichtquelle, einer Gasmesszelle (26) und einem Mikrofon (40), die aus geätzten Silizium-Wafern (24, 30) gebildet sind und monolithisch mit einem optischen Bandpassfilter (22-24) vereint sind, dadurch gekennzeichnet, dass die infrarote Lichtquelle aus einem Infrarot-Strahler (1) besteht, der 55

eine Heizung (4) und eine Schicht eines aus kolloidal verteilten Metallpartikeln bestehenden Metal-Black (5) mit einer Schutzschicht (6) aufweist, welche die einzelnen Metallpartikel bedeckt.

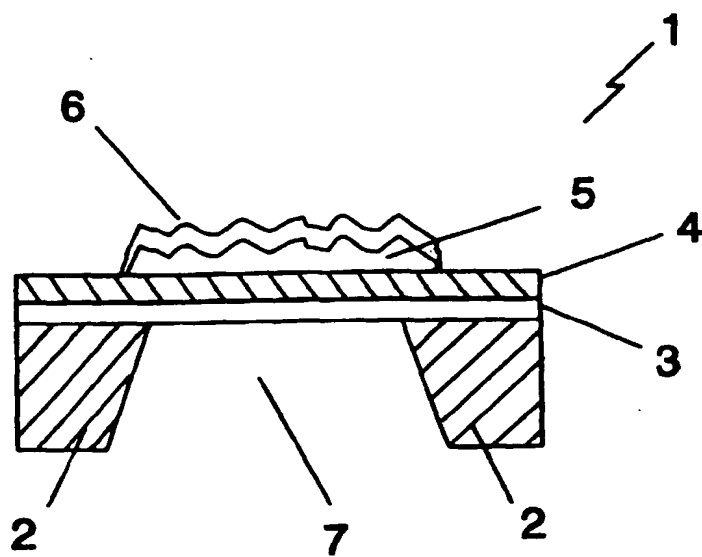


Fig. 1 a)

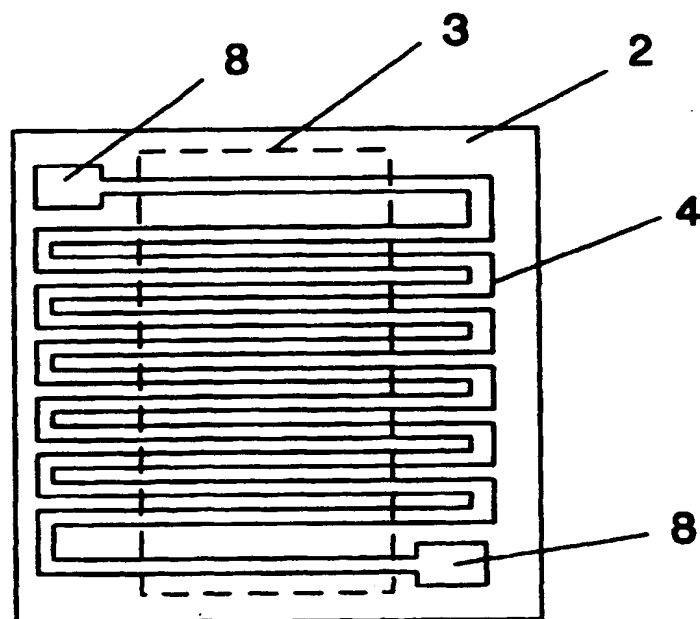
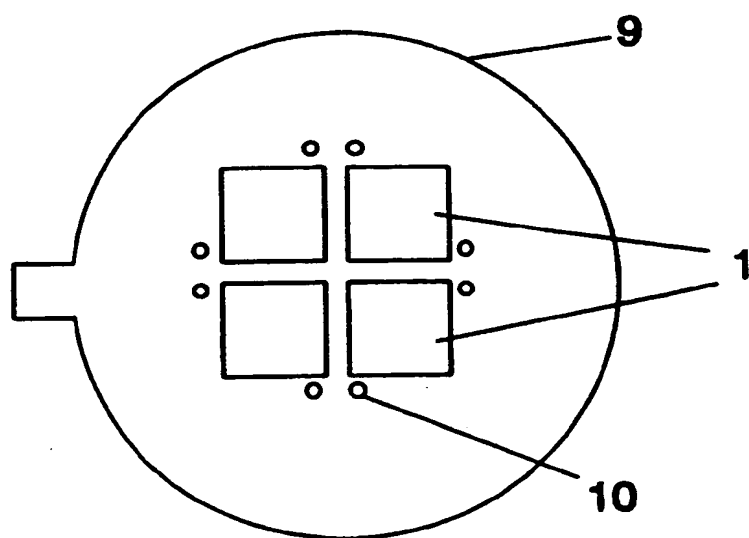
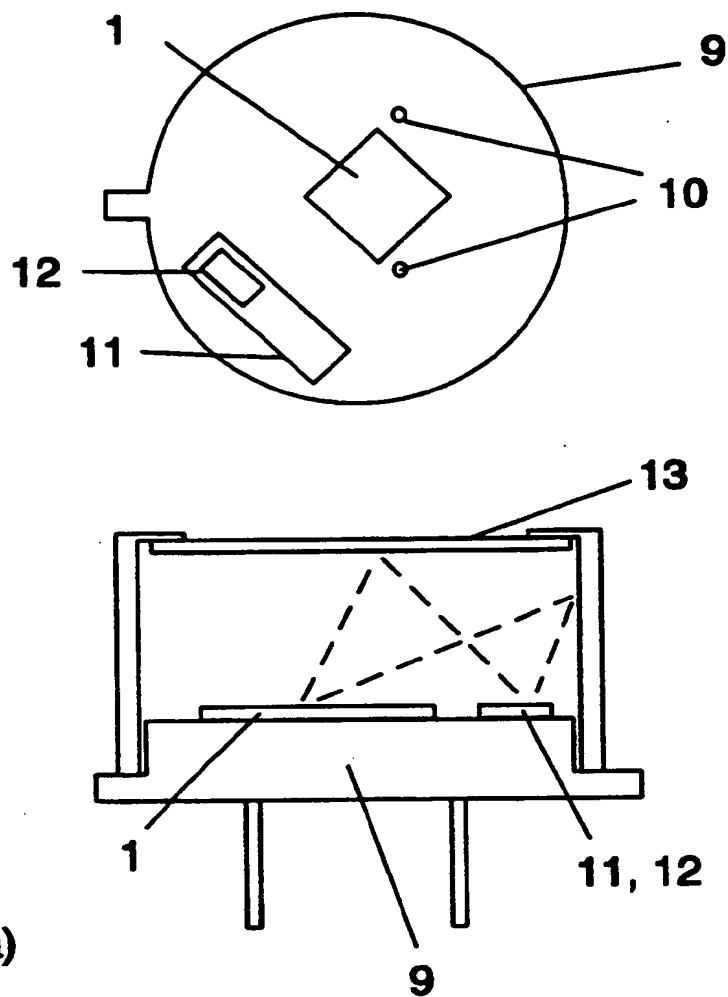


Fig. 1 b)



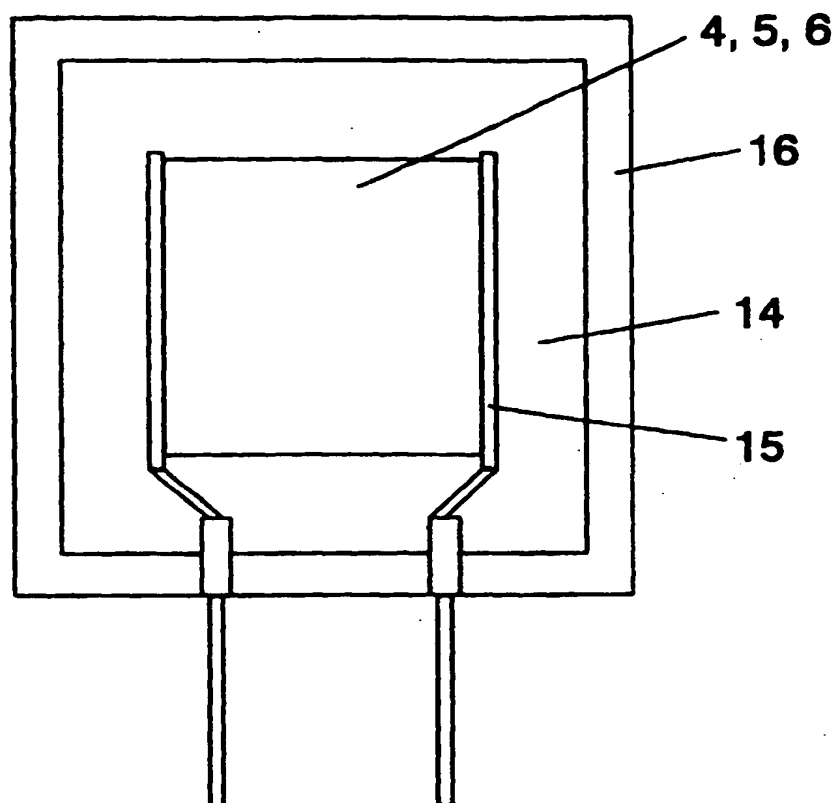


Fig. 3 a)

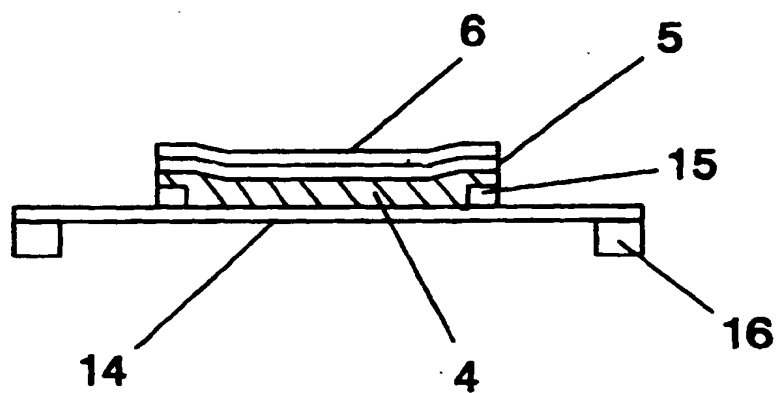


Fig. 3 b)

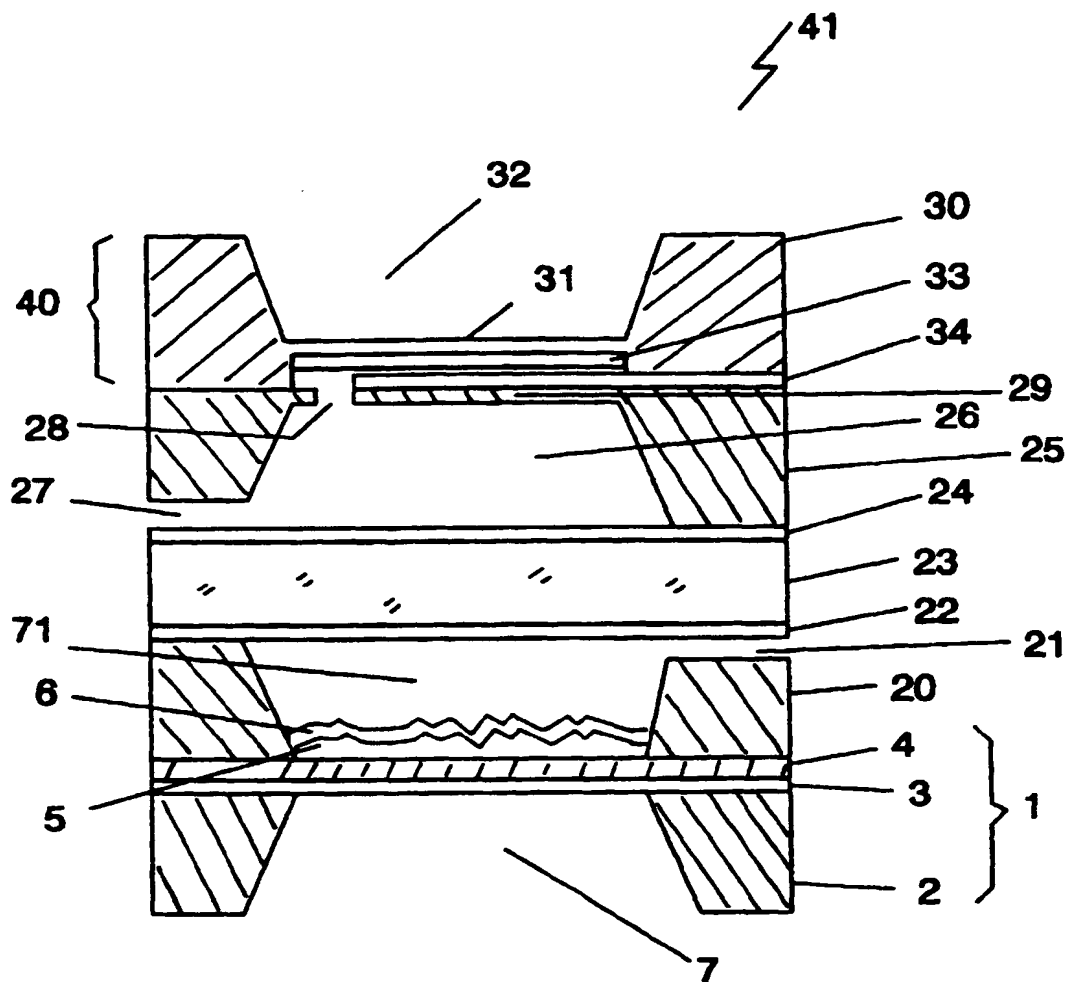


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 10 2460

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 4 922 116 A (GRINBERG JAN ET AL) 1.Mai 1990 * Spalte 9, Zeile 49 - Zeile 66 *	1-4	H05B3/26 G01J3/10 H05B3/14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 002, 31.März 1995 & JP 06 307929 A (SHIMADZU CORP), 4.November 1994, * Zusammenfassung *	1,3	
A	EP 0 368 080 A (NIPPON KOKAN KK) 16.Mai 1990		
A	EP 0 177 724 A (DRAEGERWERK AG) 16.April 1986		
A	US 3 694 624 A (BUCHTA EBERHARD) 26.September 1972		
A	EP 0 301 290 A (SIEMENS AG) 1.Februar 1989		
A	WO 97 04623 A (KANSTAD TEKNOLOGI AS ;KANSTAD SVEIN OTTO (NO)) 6.Februar 1997		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) H05B G01J G01F
Recherchenort DEN HAAG		Abschließdatum der Recherche 16.Juli 1997	Prüfer De Smet, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 150 (01/92) (P04C03)